SNI 05-0141-1987

Standar Nasional Indonesia

Cara uji unjuk kerja pompa pusingan

ICS 29.160.30

Badan Standardisasi Nasional

Daftar isi

Cara uji unjuk kerja pompa pusingan

1 Ruang lingkup

Standar ini meliputi ruang lingkup, definisi, simbol, klasifikasi, cara pengambilan contoh, cara uji, penyajian hasil uji, syarat lulus uji, syarat penandaan pompa sentrifugal, pompa aliran campur, dan pompa aksial.

Pompa-pompa untuk pengisian ketel uap, instalasi minyak dan ruang hampa tidak termasuk dalam lingkup ini.

2 Definisi

2.1 Debit adalah volume air yang dapat dipompa per satuan waktu, dinyatakan dalam liter/detik atau m^3 /menit.

2.2 Daya Air adalah daya yang diperlukan untuk menaikkan air per satuan waktu pada tinggi pemompaan tertentu.

2.3 Daya Poros adalah daya yang diukur pada poros yang diperlukan untuk memutar poros pompa, guna menaikkan air par satuan waktu pada tinggi tertentu.

2.4 Efisiensi adalah perbandingan antara daya poros pompa dan daya yang terpakai.

2.5 Bidang Referensi adalah suatu bidang datar semu yang melalui garis tengah pompa, di mana impeler terpotong, dan posisi bidang semu tersebut sangat tergantung dari jenis dan posisi pompa.

2.6 Tinggi Hisap adalah jarak tegak lurus antara bidang referensi dan permukaan sumber air yang dipompa dapat berharga negatip atau positip.

2.7 Tinggi Tekan adalah jarak tegak lurus antara bidang referensi dan air yang keluar dari pompa.

2.8 Tinggi Total adalah jarak tegak lurus antara permukaan air yang dipompa dan air yang keluar dari pompa, atau merupakan jumlah tinggi hisap ditambah dengan tinggi tekan.

2.9 Karakteristik pompa adalah diagram yang menyatakan hubungan antara berbagai besaran unjuk kerja pompa dan memberikan ciri atas pompa tersebut akan prestasi serta kehandalannya, biasanya dinyatakan oleh kurva-kurva.

2.10 Tinggi Hilang adalah kehilangan tekanan yang disebabkan oleh gesekan atau hal lain yang timbul dalam saluran hisap dan tekan.

2.11 Tinggi Hisap Positip Bersih adalah tinggi hisap minimum agar tidak terjadi kavitasi pada pompa.

3 Simbol

Simbol-simbol yang digunakan dalam standar ini ialah seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 – Simbol

Simbol	Nama	Satuan
m	Masa	kg
1	Panjang	m
t	Waktu	s
A	Luas	m^2
V	Kecepatan	m/s
ω	Kecepatan sudut	rad/s
g	Gravitasi	m/s^2
n	Putaran	s^1
P	Rapat masa	kg/m^3
P	Tekanan	Pa
μ	Viskositas Dinamis	$N\text{-}s/m^2$
v	Viskositas Kinematis	m^2/s
E	D a y a	kW
γ	Berat Jenis	kgf/1
P	Tenaga	W
H_t	Tinggi statis	m
h_{sv}	Tinggi hisap positip bersih (NPHS)	m
H_s	Tinggi hisap	m
H_a	Tinggi tekan	m
P_a	Tekanan atmosfir	Pa
P_v	Tekanan uap jenuh zat cair	Pa
λ	Faktor gesekan	—
Q	Debit	m^3 /min
η	Efisien	—
H	Tinggi total pompa	m

4 Klasifikasi

4.1 Pompa pusingan dibagi atas tiga kelas sebagaimana tertera pada tabel 2.

Tabel 2 – Klasifikasi

Nomor urut	Uraian	Penyimpangan		
		Kelas C	Kelas B	Kelas A
1.	Debit	5	3	Belum ditetapkan
2.	Tinggi Total	5	3	
3.	Daya	5	3	
4.	Putaran	2	1.0	
5.	Efisiensi	4	2	

4.2 Pembagian kelas didasarkan atas perhjtungan statistik dari koefisien varian unjuk kerja pompa, di mana kelas menunjukkan mutu unjuk kerja. Semakin rendah penyimpangan koefisien varian semakin baik mutu pompa (lihat lampiran A).

5 Cara pengambilan contoh

Pengambilan contoh uji dilakukan secara acak.

5.1 Uji model, dilaksanakan oleh badan berwenang dengan perincian jumlah contoh uji sebagai berikut :

Jumlah Produksi	Jumlah contoh	Jumlah contoh untuk uji ulang
0 - 100 bh.	1 buah	2 buah
100 - 1000 bh.	2 buah	4 buah
1000 - 2000 bh.	3 buah	6 buah
2000 - 3000 bh.	4 buah, dst.	8 buah

5.2 Uji mutu, dilaksanakan oleh pabrik, dengan mengambil satu buah yang mewakili kelompok terdiri dari 10 buah.

6 Cara uji

6.1 Kondisi uji

6.1.1 Fluida uji harus memenuhi ketentuan seperti Tabel 3.

Tabel 3 – Kondisi uji

Nomor urut	Uraian	Harga maksimum
1	Suhu	40° C
2	Viskositas Kinematik	1.75x $l0^{6}$ m^2/s
3	Rapat massa	1100 kg/m^3
4	Zat yang tidak larut	1,5 kg/m^3
5	Zat yang larut	50 kg/m^3

CATATAN Bila sifat air yang dipakai tidak sesuai maka harus dibuat persetujuan dan keadaan ini diperhitungkan dengan mengkorelasikan keadaan ini dengan Tabel 3.

6.1.2 Kondisi penyambungan pompa dengan motor penggerak harus mengikuti kondisi seperti pada Tabel 4.

Tabel 4

Jenis motor penggerak	Tambahan daya yang diberikan
Motor listrik	10 - 20 %
Motor bakar	20 - 30 %

6.1.3 Hubungan pemindah daya dari motor penggerak ke pompa harus mengikuti nilai efisiensi yang diijinkan seperti yang tertera pada Tabel 5.

Tabel 5

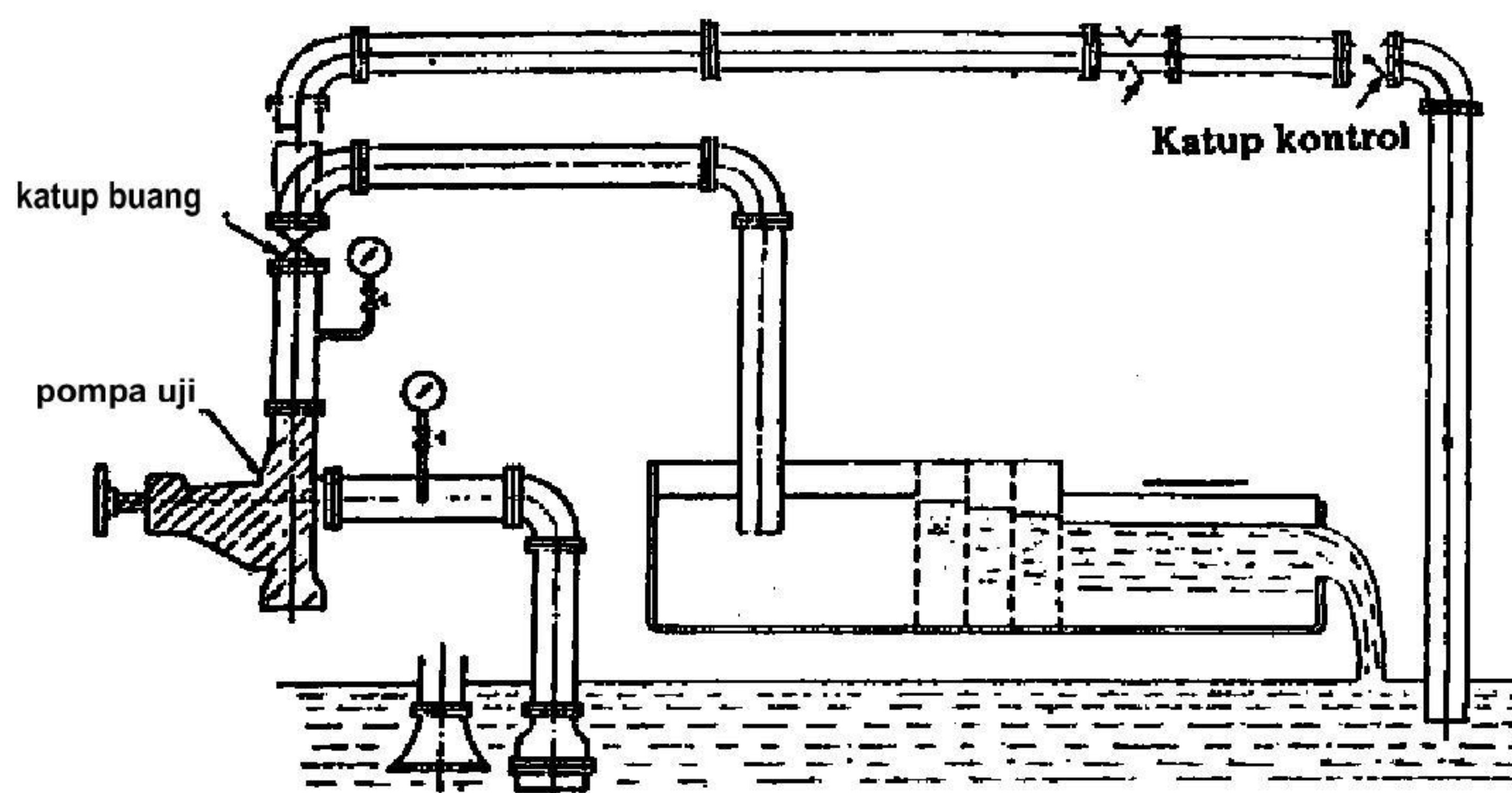
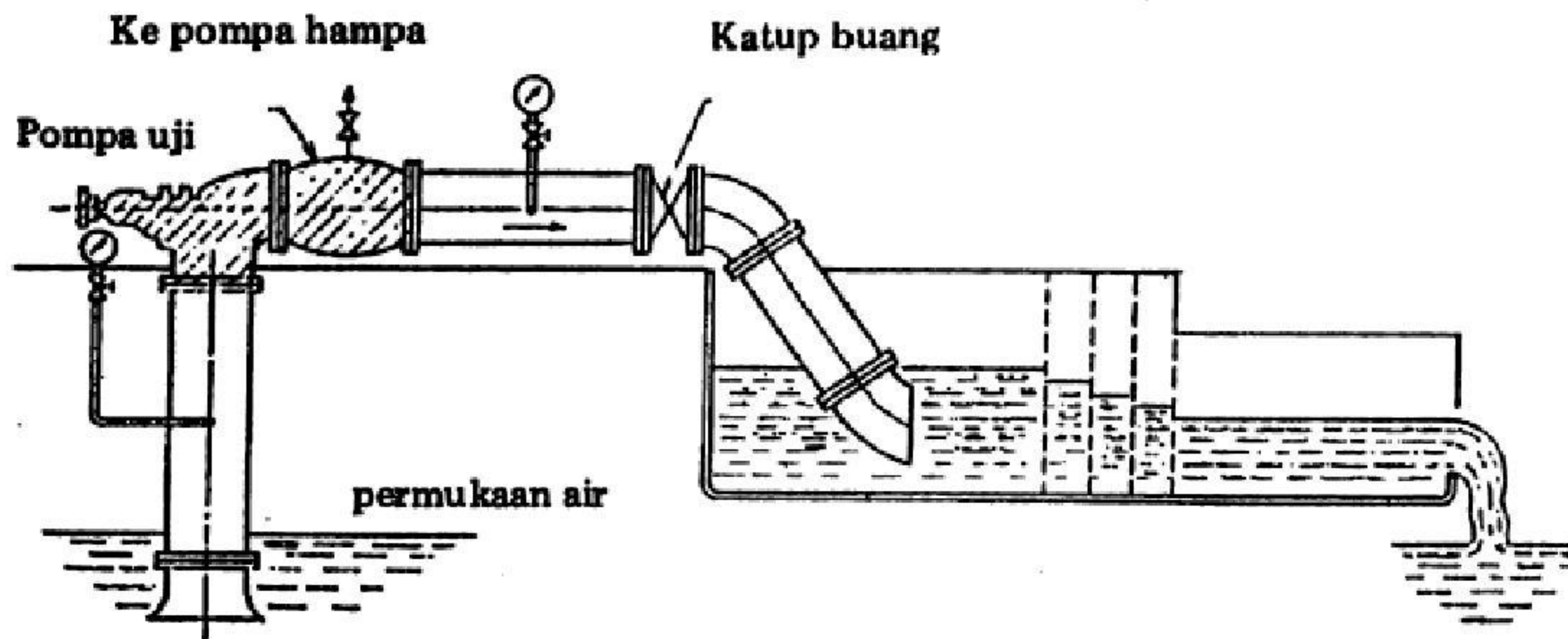
Jenis hubungan	Efisiensi yang diijinkan
Sabuk datar	0,90
Sabuk V	0,95
Gigi Lurus	0,92 - 0,95
Gigi Ulir	0,95 - 0,97
Gigi payung	0,90 - 0,97
Sambungan langsung	1,00

6.2 Instalasi uji

6.2.1 Instalasi uji, harus mampu menguji unjuk kerja sesuai dengan ukuiqn dan spe-sif ikasi pompa uji.

Salah satu contoh instalasi dapat dilihat pada gambar 1,2, dan 3.

Pengukuran tinggi total, debit, daya dan putaran pompa dapat memakai sistem pengukuran sebagai berikut:

- Sistem tertutup dengan memakai ofek tekan dan hampa.
- Sistem terbuka dengan memanfaatkan sekat ukur yang jenisnya tergantung pada jenis pompa yang diuji.

Gambar 1 – Alat ukur debit

Gambar 2

CATATAN 1 Tinggi hisap positip bersih (hsv) diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$hsv = \frac{10}{\gamma}(P_a - P_v) + h_s + \frac{Vs^2}{2g} \quad \text{.....(1)}$$

$$hsv = \frac{10^6}{pg}(P_a - P_v) + h_s + \frac{V^2}{2g}$$

Dimana :

hsv = Tinggi hisap positip bersih (m)

P_a = Tekanan atmosfer (kgf / cm^2) atau MP_a

P_v = Tekanan uap jenuh dari cairan yang digunakan (kgf / cm^2) atau MP_a

γ = Berat per satuan volume dari cairan (kgf/1)

h_s = Tinggi hisap diukur terhadap bidang referensi pompa (kolom sat. air, m)

V_s = Kecepatan aliran pada titik pengukuran tekanan hisap.

p = Rapat massa cairan yang dipindahkan (kg / m^3)

g = Percepatan gravitasi, 9,81 $/m/s^2$

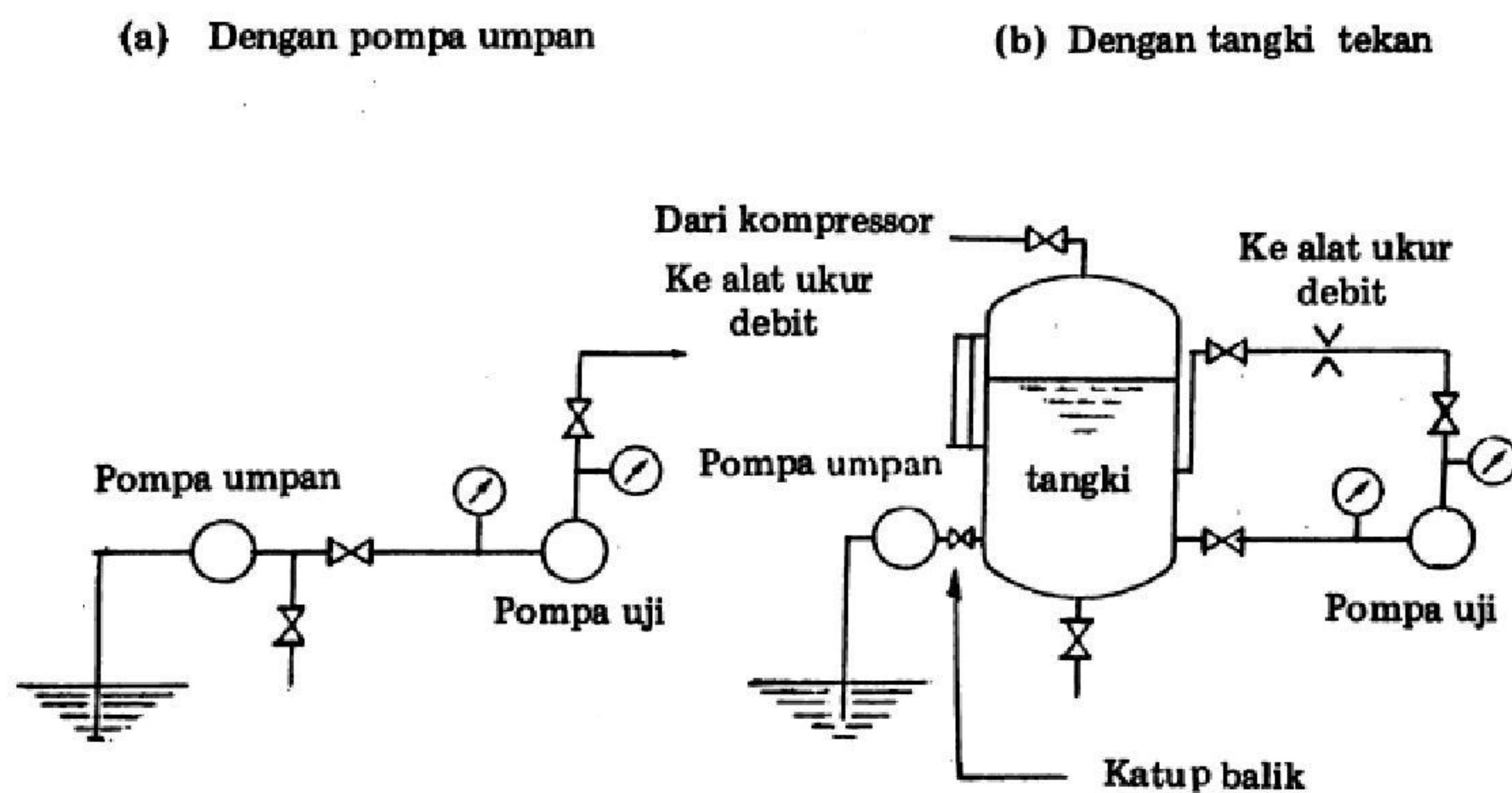
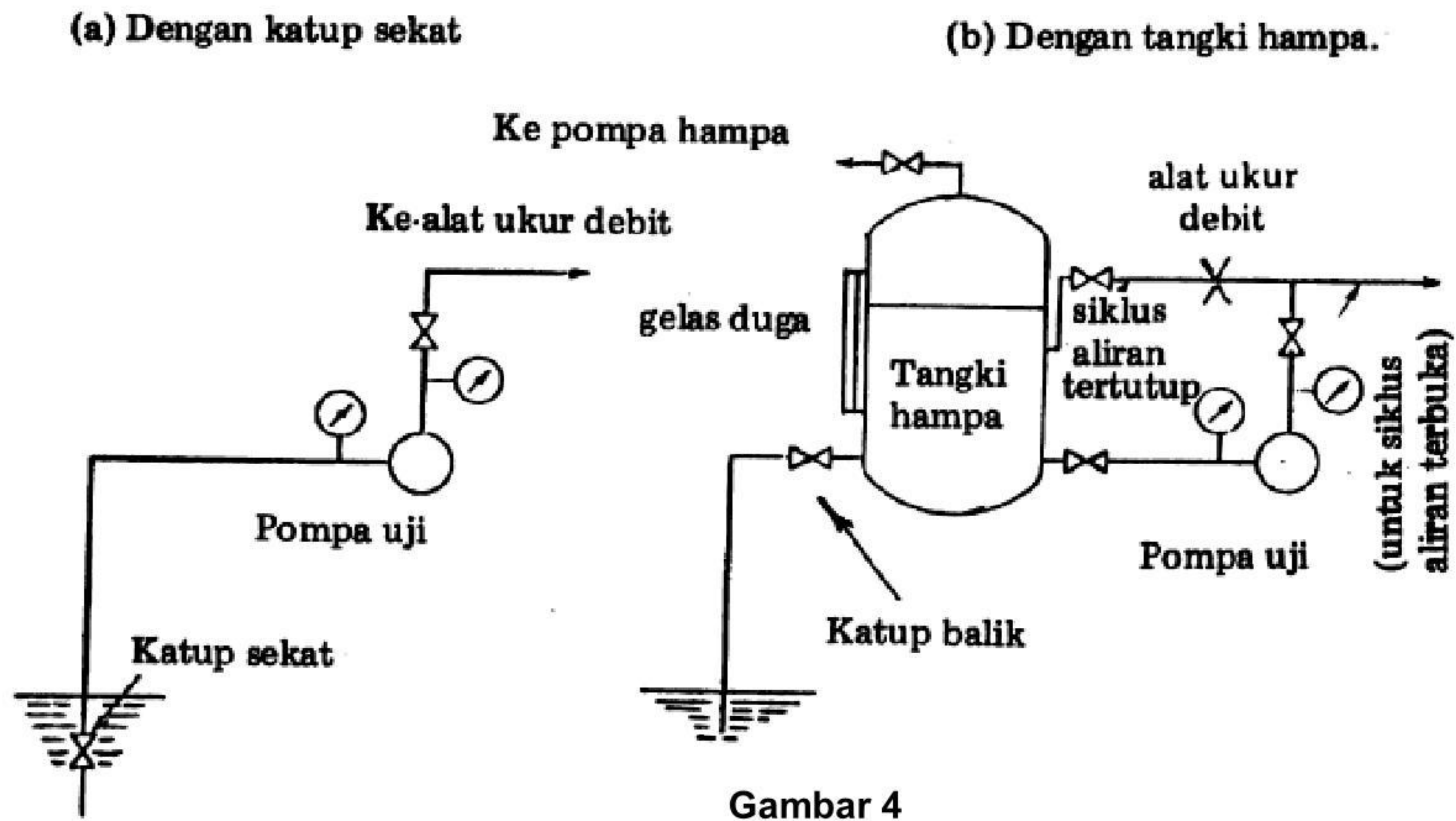
CATATAN 2 Jika pengujian dilakukan pada putaran pompa (Nt) yang berbeda dengan putaran yang telah ditentukan, hvs pada putaran yang telah ditentukan (N) diperoleh dengan persamaan :

$$(hsv\ \ pada\ putaran\, N_t)\ x = (\frac{N}{N_t})^2$$

Tidak ada

Gambar 3

Gambar 4

Gambar 5

6.3 Prosedur

Pengujian pompa dilaksanakan dengan mengubah-ubah tinggi dan debit pompa dengan cara mengatur pembukaan katup pada saluran tekan, untuk berbagai kondisi putaran pompa.

6.3.1 Pengukuran tinggi total

6.3.1.1 Alat-alat ukur

- Tabung bourdon dan alat pengukur hampa.
- Alat ukur tekanan kolom zat cair.

- Tabung U air raksa.
- Alat ukur tekanan lainnya.

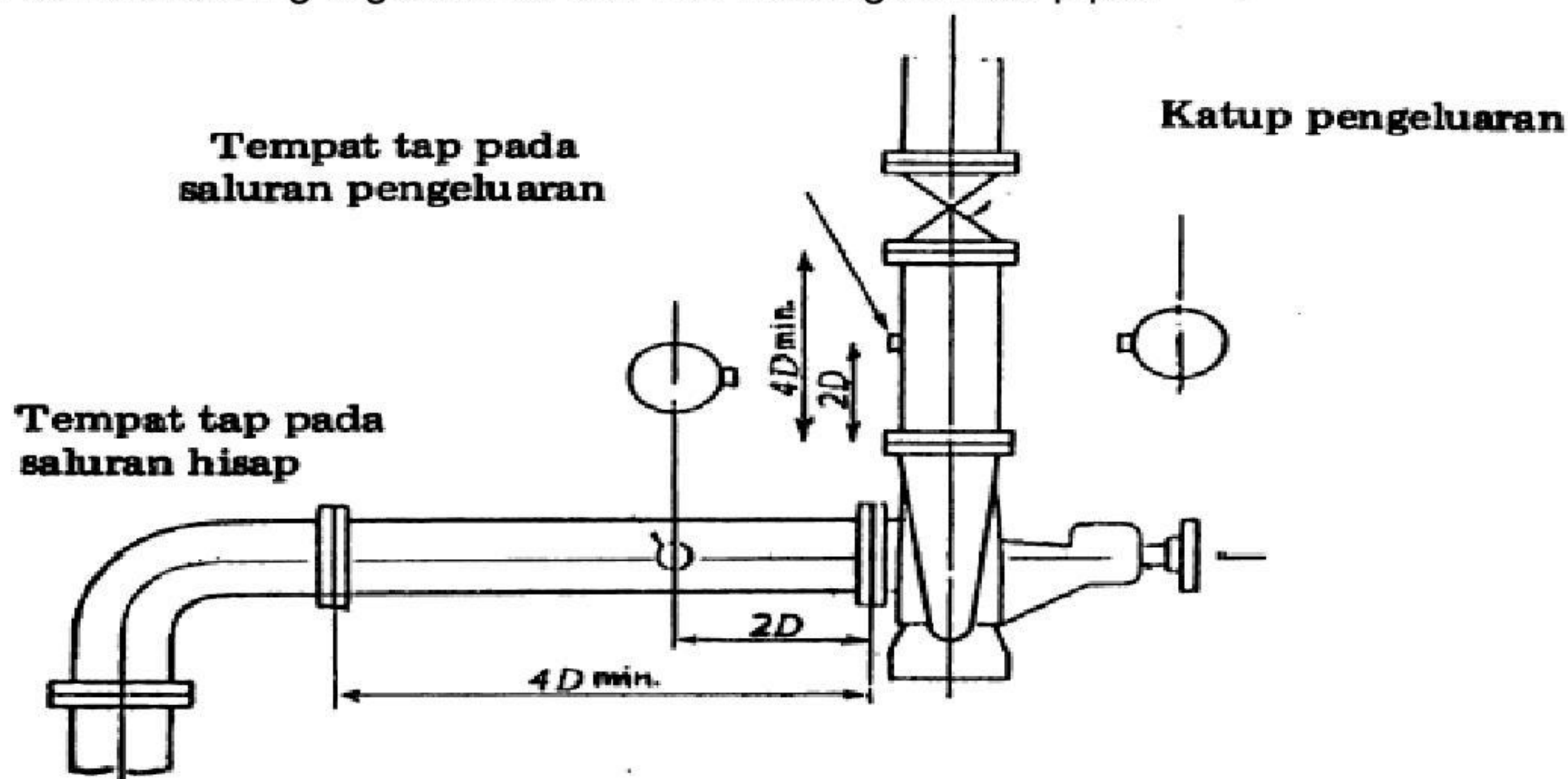
6.3.1.2 Syarat alat ukur

1. Berat jenis air raksa pada temperatur 0 sampai dengan 40° C harus berharga sebesar 13,55 kgf/1 (atau rapat masa : 13,55 X 10^3 kg/m^3).
2. Bila selama pengujian terjadi fluktuasi pada penunjuk pembacaan alat ukur, harus digunakan alat ukur yang diperlengkapi dengan peredam getaran, atau alat ukur dilengkapi dengan leher sekat (cock) atau pipa penghubung yang dapat disekat dengan baik.
3. Tabung bourdon yang digunakan harus sesuai, dan sebelumnya telah dikalibrasi terlebih dahulu jarum penunjuk tabung bourdon yang dipilih harus beroperasi tidak kurang dari tanda 1/3 (satu per tiga) dan tidak lebih dari tanda 2/3 (dua per tiga) dari daerah skala operasi yang dimiliki tabung tersebut.
4. Alat ukur harus mempunyai ketelitian sebesar 1/100 (satu per seratus) dari tinggi total yang terdapat pada spesifikasi pompa.

6.3.1.3 Pengukuran

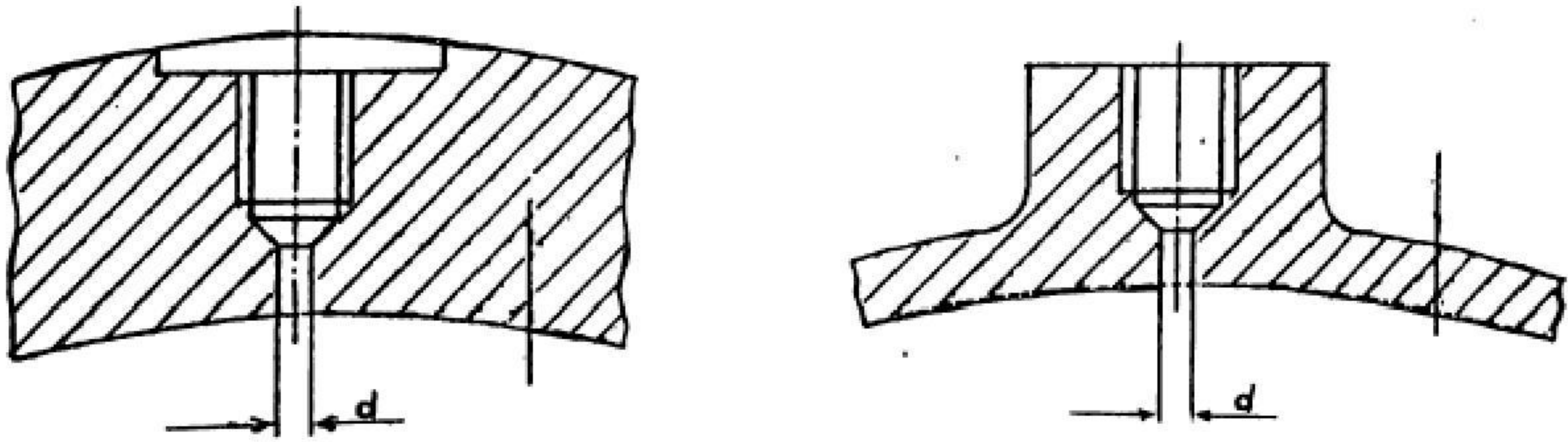
1. Bila tekanan tidak kurang dari tekanan atmosfir, maka sebelum pem-bacaan alat ukur, udara yang terjebak di dalam alat ukur harus dikeluarkan terlebih dahulu, dengan jalan memasukkan air bersih ke dalam pipa yang terletak di antara tempat tap dan alat pengukur (periksa gambar 6). Untuk keperluan ini katup cerat tiga jalan, atau katup pembuang udara dipasang pada alat pengukur tekanan, sedangkan katup dengan pipa bercabang dipasang pada alat ukur tekanan kolom zat cair dan tabung U air raksa, yang selanjutnya disebut alat ukur kolom zat cair, dan kemudian keran diatur sehingga didapat kepastian bahwa udara telah keluar semua atau masih tersisa.
2. Syarat dan letak tap tekanan

- Pipa lurus dengan panjang sekurang-kurangnya 4 X (empat kali) diameter masing-masing pipa dihubungkan dengan saluran hisap dan keluar.

  Lubang tap ditempatkan sejarak 2 X (dua kali) diameter masing-masing flensa, dan dengan posisi sumbu lubang tegak lurus dan me-motong sumbu pipa.

Gambar 6

- Diameter dari lubang tap harus berukuran diantara 2 — 6 mm atau 1/10 (seper sepuluh) dari diameter pipa dalam yang bersangkutan bila ukuran di atas tidak mencukupi.

  Lubang harus tegak lurus pada dinding dalam pipa, dan tinggi lubang tidak boleh kuiang dari dua kali diameter lubang tersebut (lihat gambar 7).

- Diameter dalam pipa pada bagian ini harus licin dan bersih dari se-gala kotoran.

Gambar 7

Bila tidak mungkin memasang pipa lurus dengan panjang 4 X (empat kali) diameter pipa lurus tersebut yang dapat sesuai dengan ukuran pompa, atau dalam hal ini terdapat keterbatasan alat ukur, dan apa-bila cara pengukuran dengan metode ini tetap diperlukan, maka penempatan alat-alat tersebut pada flensa hisap dan tekan dapat dilaksanakan atas persetujuan.

3. Bila tekanan tidak melebihi tekanan atmosfir, pembacaan alat ukur di-lakukan sesudah membuang semua air dengan memasukkan udara ke dalam pipa sambung yang terletak diantara alat pengukur dan tempat tap. Cara yang sama dapat diterapkan seperti pada butir satu, dan dilaksanakan untuk setiap pengukuran atau apabila diperlukan.

6.3.1.4 Cara hitung tinggi statis

Perhitungan tinggi statis pompa mengikuti aturan-aturan sebagai berikut.

1. Bila tekanan hisap dapat diukur, tinggi total dihitung menurut persamaan (2).

$$H = h_d - h_s + \frac{V_{d^2}}{2g} - \frac{V_{s^2}}{2g} \quad : \ldots\ldots\ldots(2)$$

Dimana :

H = Tinggi total pompa (m) (a)

H_d = Tinggi tekan (m) (c) diukur dari bidang referensi (b)

H_s = Tinggi hisap (m) (d)

V_d = Kecepatan rata-rata zat cair yang mengalir yang melalui lubang tap di sisi pengeluaran (m/s)

V_s = Kecepatan rata-rata zat cair yang mengalir yang melalui lubang ap disisi hisap (m/s).

g = Percepatan gravitasi 9,81 (m/sek ^{2})

Bila penampang dari saluran hisap dan Tekanan adalah samamaka rumus diatas menjadi :

$$H = h_d - h_s \quad \ldots\ldots (3)$$

2. Bila tekanan hisap tidak diukur, oleh karena konstruksi lubang hisap buka di bawah permukaan air (mis: T pompa poros vertikal, gambar 8), maka perhitungan tinggi total dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$H = h - h_d + \frac{V_{d^2}}{2g} \quad \ldots\ldots (4)$$

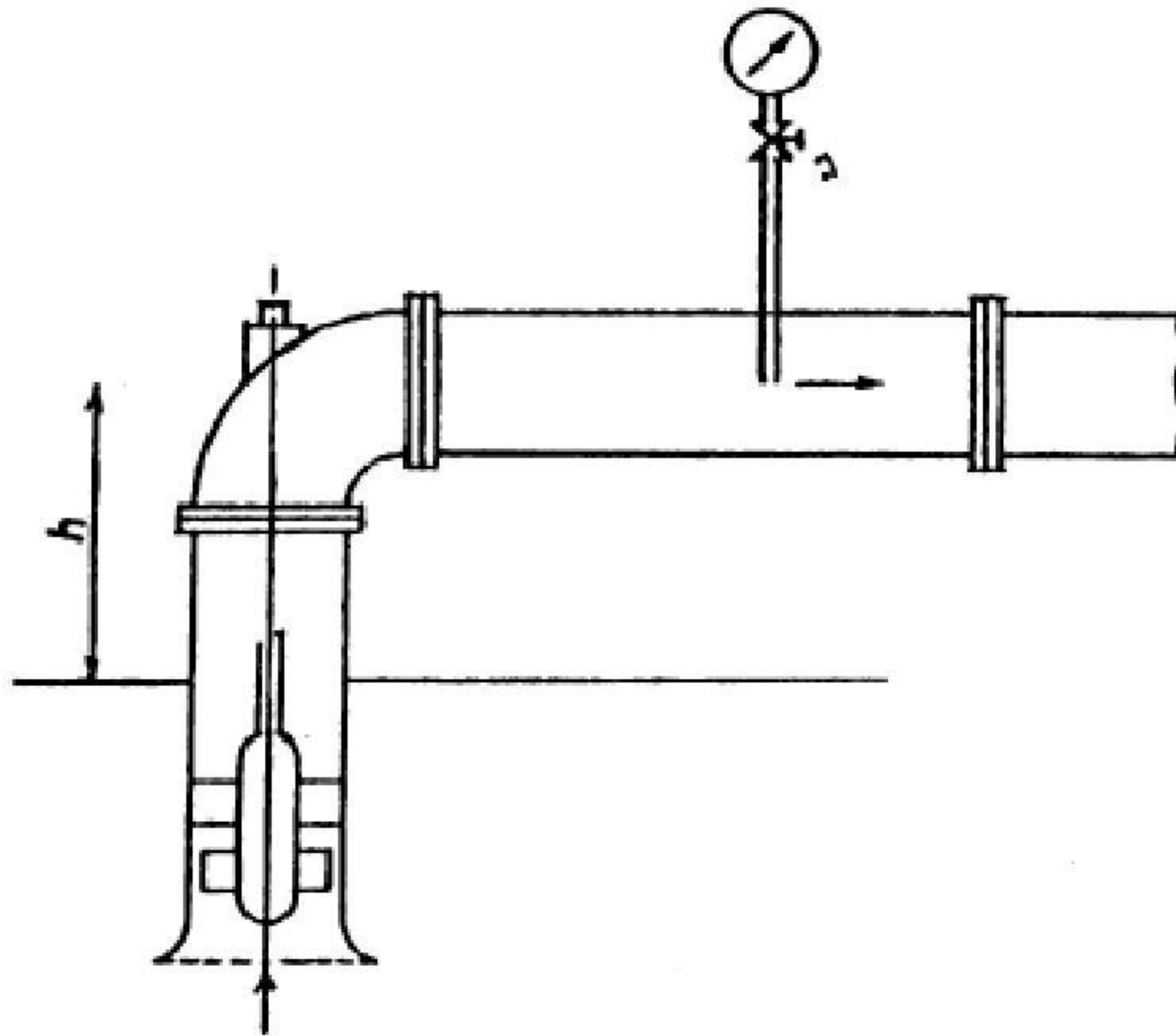
Dimana :

H = Tinggi total pompa (m)

h = Jarak antara permukaan air dan titik tengah dari lubang saluran pengeluaran (m).

h_d = Tinggi tekan (m) diukur dari bidang referensi

V_d = Kecepatan rata-rata zat cair yang mengalir dalamsaluran di tempat tap

g = Percepatan gravitasi 9,81 (m/s ^{2})

Gambar 8

CATATAN

a. Kehilangan tekanan yang disebabkan gesekan-gesekan yang terjadi pada setiap lubang tap dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) Apabila hasil perhitungan pada butir 6.3.1.4(2) berselisih tidak kurang 0,5 % dari harga H yang dihitung menurut persamaan (2) dan (4), tinggi total pompa harus ditambah dengan nilai kehilangan tekanan yang dihitung menurut persamaan (5)

$$h_1 = \lambda \frac{\ell}{D} \frac{V_2}{2g} \text{V} \quad \text{...(5)}$$

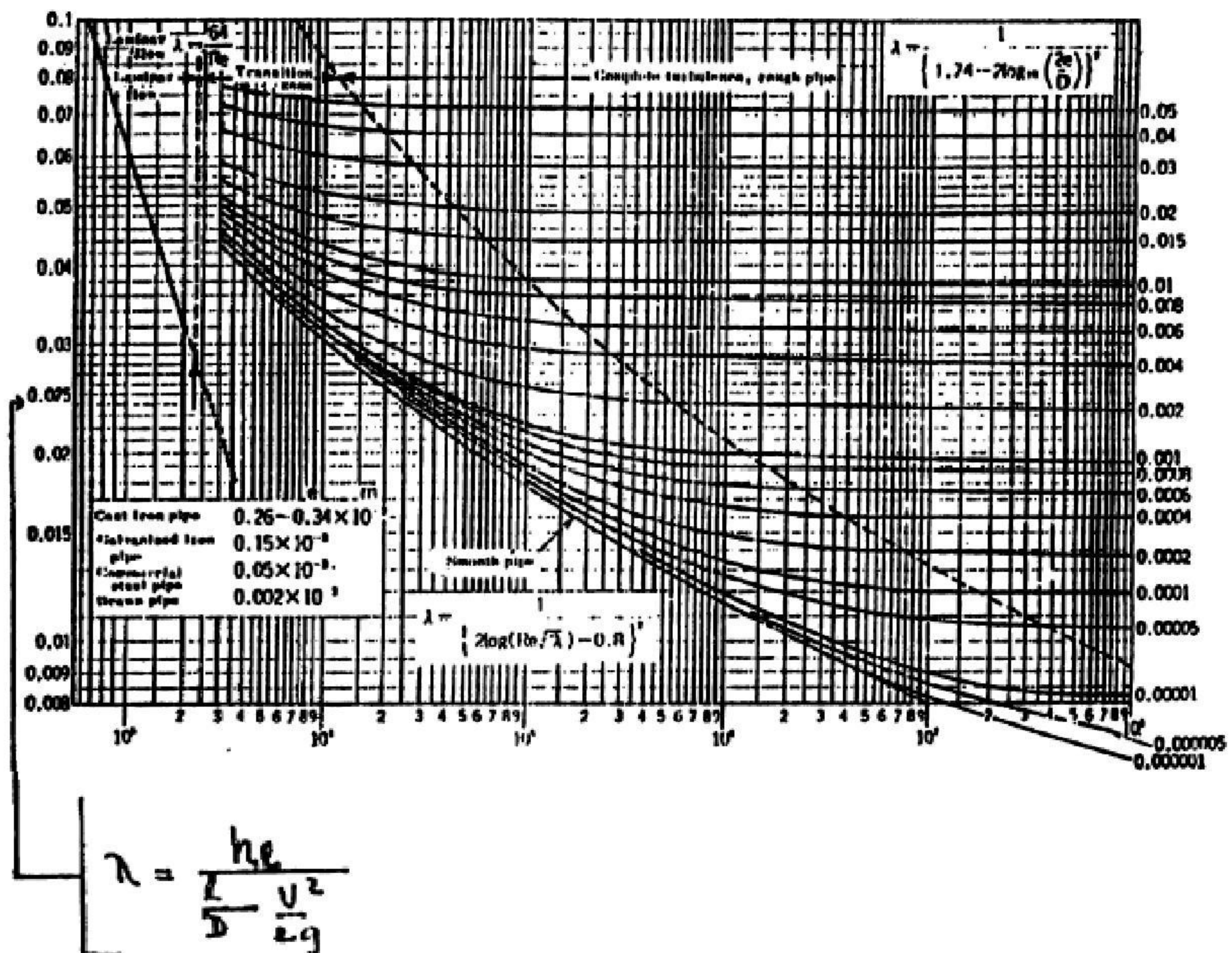
Dimana :

h_1 = Kehilangan tinggi tekan disebabkan oleh gesekan (m)

λ = Faktor gesekan (lihat gambar)

ℓ = Panjang pipa yang diuji dari tempat tap (tekanan sampai flensa pompa (m)

D = Diameter dari pipa instalasinya

g = Percepatan gravitasi 9,81 (m/s ^{2})

Keterangan gambar

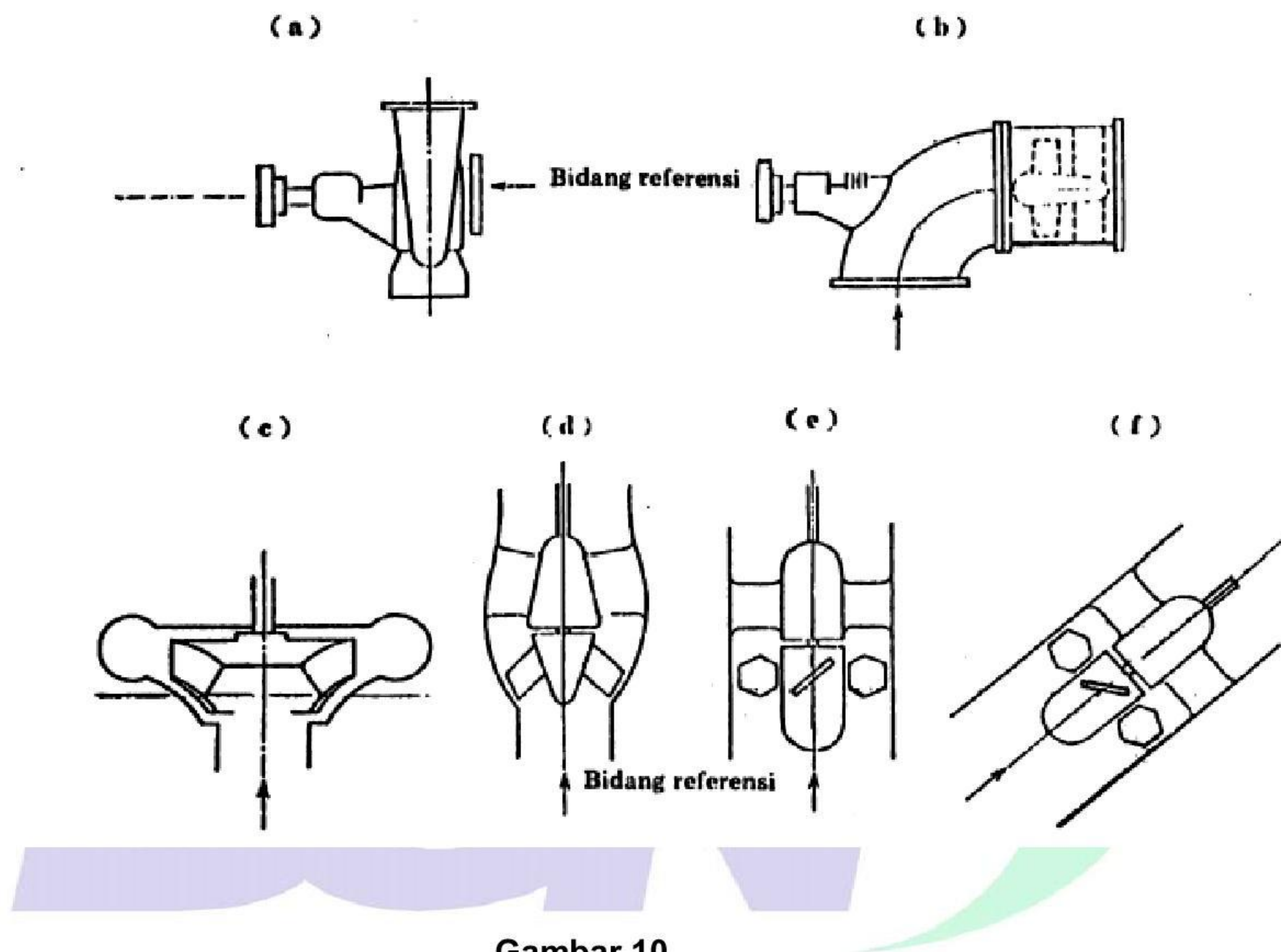
e = Kekasaran permukaan dinding pipa dalam (m)

D = Diameter dalam pipa (m)

V = Kecepatan aliran rata-rata dalam pipa. (m/s)

ϑ = Viscositas kinematik (m^2/s)

Gambar 9 – Diagram moody

b. Bidang referensi adalah suatu bidang datar semu yang melalui garis tengah pompa dan melalui sudu impeler pompa yang terluar (periksa Gambar 10). Pada pompa sentrifugal bertingkat (multi stage centrifugal pump) bidang bersinggung dengan sudut impeler yang pertama dan pada pompa vertikal lubang ganda (vertical double suction type) bidang bersinggungan dengan sudut yang teratas.

Gambar 10

c. Tinggi tekan hd (m) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan :

- Bila tinggi tekan tidak lebih kecil dari tekanan atmosfir, dan digunakan tabung bourdon (periksa gambar 11)

$$h_d = \frac{10G}{\gamma} + Z_d \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

$$\left[h_d = \frac{10G}{\gamma} + Z_d \right]$$

Dimana :

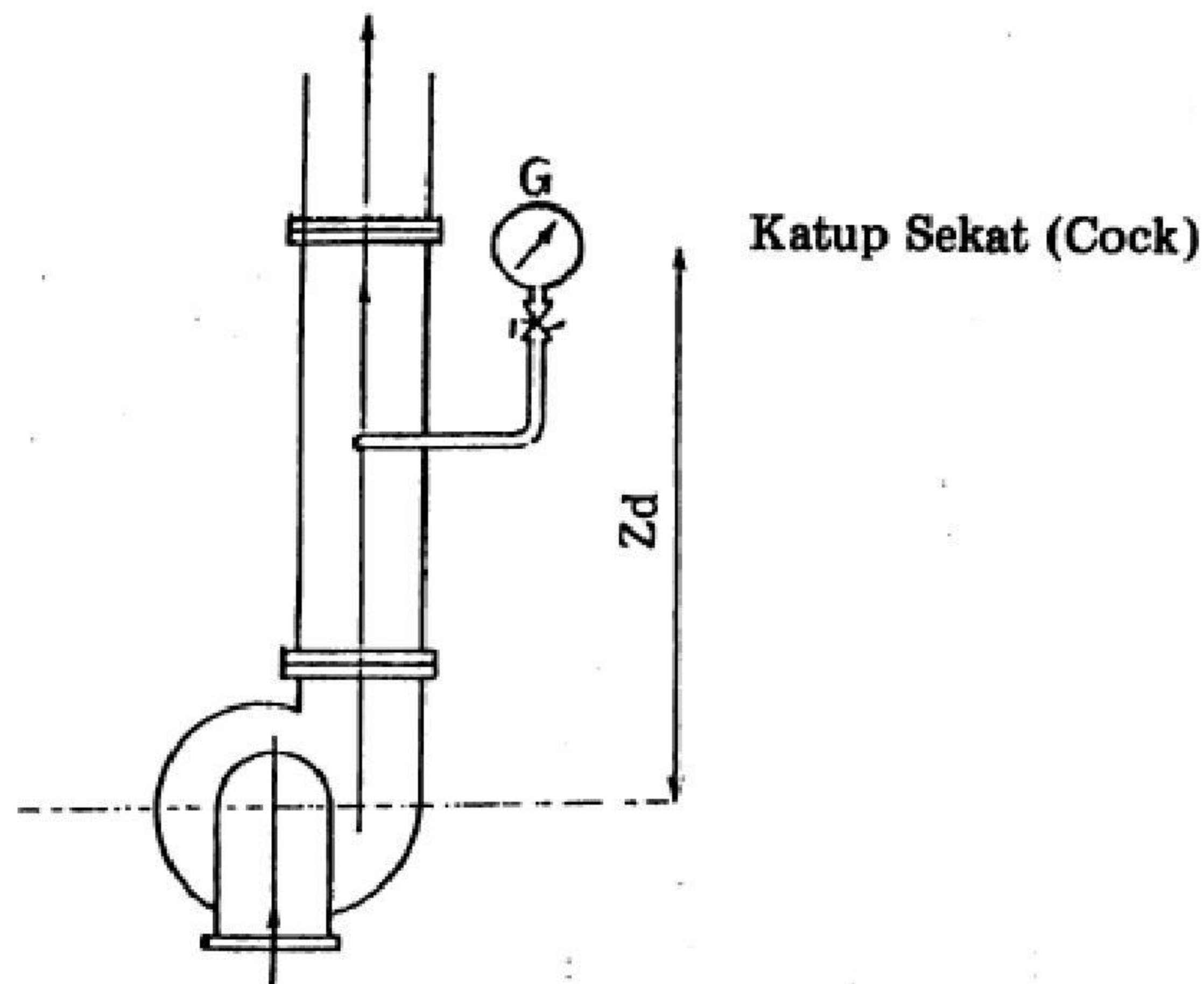
h_d = Tinggi tekanan diukur dari bidang referensi

G = Hasil pengukuran dari tabung bourdong (kg/cm)

γ V = Berat jenis zat cair yng dipompa (kgf/1)

Z_d = Tinggi potensi (m);jarak vertikal dari titik pusat alat ukur ke bidang referensi. Bila alat ukur terletak dibawah. Bila permukaan air raksa terletak di bawah bidang referensi.

p = Rapat masa zat yang dipompa (kg/ m_3^3)

g = Percepatan gravitasi 9,81 (m/s ^{2})

Gambar 11

– Bila tinggi tekan tidak lebih kecil dari tekanan atmosfir, dan digunakan tabung U berisi air raksa : (periksa gambar 12)

$$h_d = \frac{\partial Hg}{\partial} M + Z_d$$ ……….(7)

$$\left[h_d = \frac{\rho Hg}{\rho} + Z_d \right]$$

Dimana :

h_d = Tinggi tekanan diukur dari bidang referensi (m)

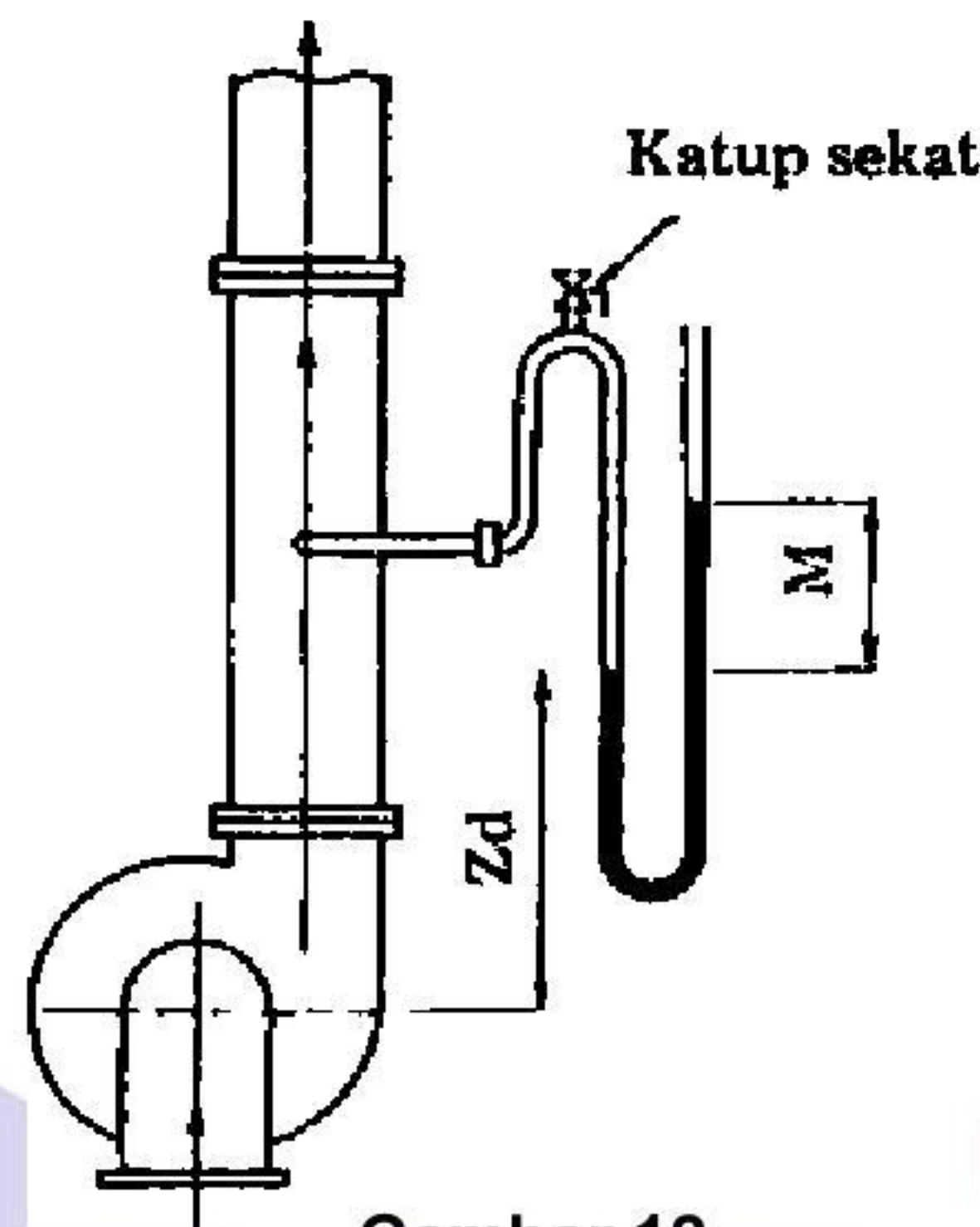
M = Hasil pengukuran dari tabung U (m)

Z_d = tinggi potensial (m); jarak vertikal dari permukaan air raksa pada tabung U di sisi yang berhubungan dengan pompa, dengan bidang referensi. Bila permukaan air raksa terletak di bawah bidang referensi,maka nilai d akan berharga negatip

γ = Berat jenis zat zair yng dipompa (kgf/1)

γ Hg = Berat jenis air raksa : 13,55 (kgf/1)

ρ =Rapat masa zat cair dipompa (kgf/m $^{3)}$

ρ Hg = Rapat masa air raksa : 13,55 (kgf/1) x 10 ^{3} (kg/m $^{3)}$

Gambar 12

d. Tinggi Hisap dapat dihitung dengan memperhatikan hubungan-hubungan pada (d.l) sampai dengan (d.2). Bila tidak memungkinkan melakukan peng-ukuian pada saluran hisap, dengan keadaan katup pada saluran tekan tertutup penuh, harga hs dapat diketahui dengan mengukur h, yaitu jarak antara bidang referensi dengan permukaan zat cair yang dihisap

$$hs = h^1 s - \frac{V_{s^2}}{2g} \quad \text{.........} (9)$$

Di mana :
V_s adalah kecepatan rata-rata dari zat cair di tempat tap sisi hisap.

– Bila tinggi hisap tidak lebih besar dari tekanan atmosfir, dan digunakan tabung Bourdon hampa (periksa gambar 14)

$$hs = (\frac{Gm}{100} X \frac{\gamma Hg}{\gamma}) + Zs \quad \text{.........} (10)$$

$$\left[hs = (\frac{Gm}{100} X \frac{\rho Hg}{\rho}) + Zs \right]$$

Dimana :

h_s = Tinggi hisap diukur dari bidang referensi (m)

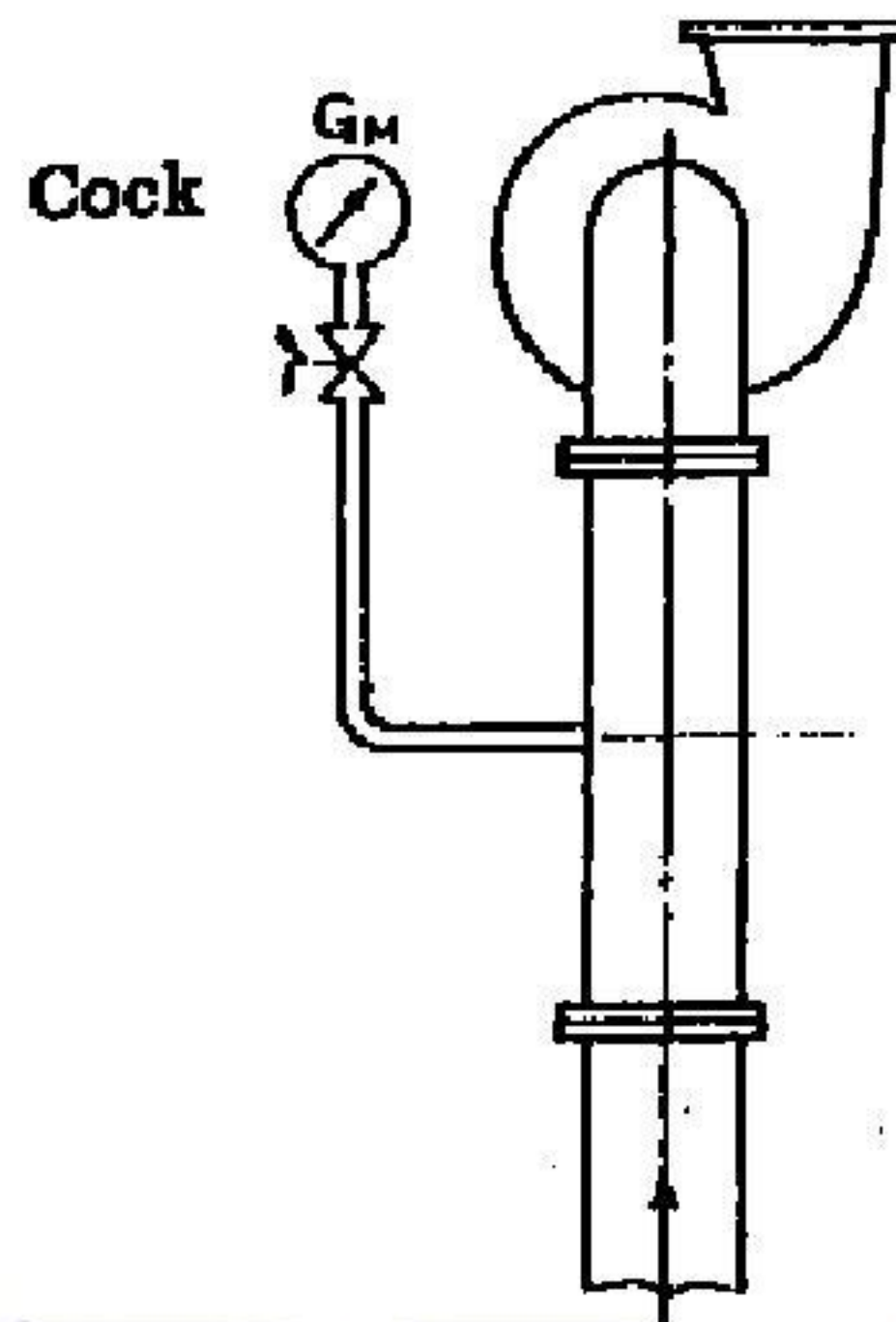
Gm = Hasil pengukuran pada manometer hampa (cm Hg) Dalam kasus ini pembacaan hasil pengukuran adalah negatip

γ = Berat jenis zat zair yng dipompa (kgf/1)

γ Hg = Berat jenis air raksa : 13,6 (kgf/1)

Z_d = tinggi potensial (m); jarak dari tempat tap hingga bidang referensi. Bila lubang tap terletak di bawah bidang referensi nilai d adalah negatip

ρ =Rapat masa zat cair yang dipindahkan (kgf/m 3)

ρ Hg = Rapat masa air raksa : 13,55 (kgf/1) x 10^3 (kg/m 3). Dalamkasus iniberat jenis air raksa adalah 13,55 kgf/1. dan rapat masanya 13,55 (kgf/1) x 10^3 kg/m^3.

Gambar 13

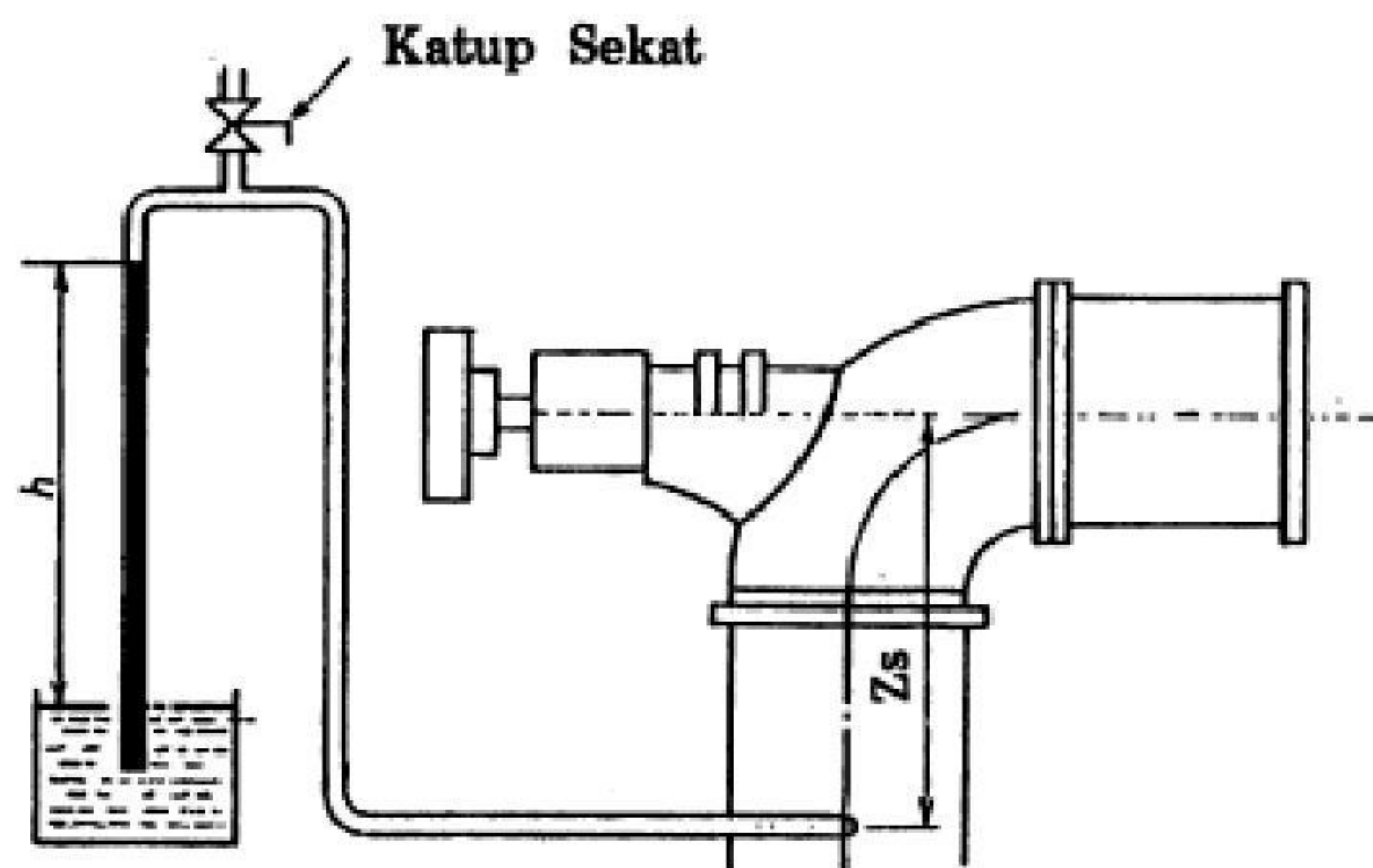
– Bila tinggi hisap tidak lebih besar dari tekanan atmosfir, dan digunakan alat ukur tekanan kolom zat cair.

hg = -h + Z_s (U) ……………………………………………………………………(11)

Dimana :

Hg = tinggi hisap yang diukur dari bidang referensi (m)

H = tinggi dari kolom zat cair (m)

Z_s = tinggi potensial (m); jarak tegak lurus dari lubang tap hingga bidang referensi. Bila lubang tap berada di bawah bidang referensi Z_s akan berharga negatip.

Gambar 14

– Bila tinggi hisap tidak lebih besar dari tekanan atmosfir, dan digunakan tabung U berisi air

raksa. (periksa gambar 16).

$$hs = -\frac{\gamma Hg}{\gamma} M + Zs \qquad (12)$$

$$\left[hs = -\frac{\rho Hg}{\rho} X\ M + Zs \right]$$

Dimana :

Hs = Tinggi hisap yang diukur dari bidang referensi (m)

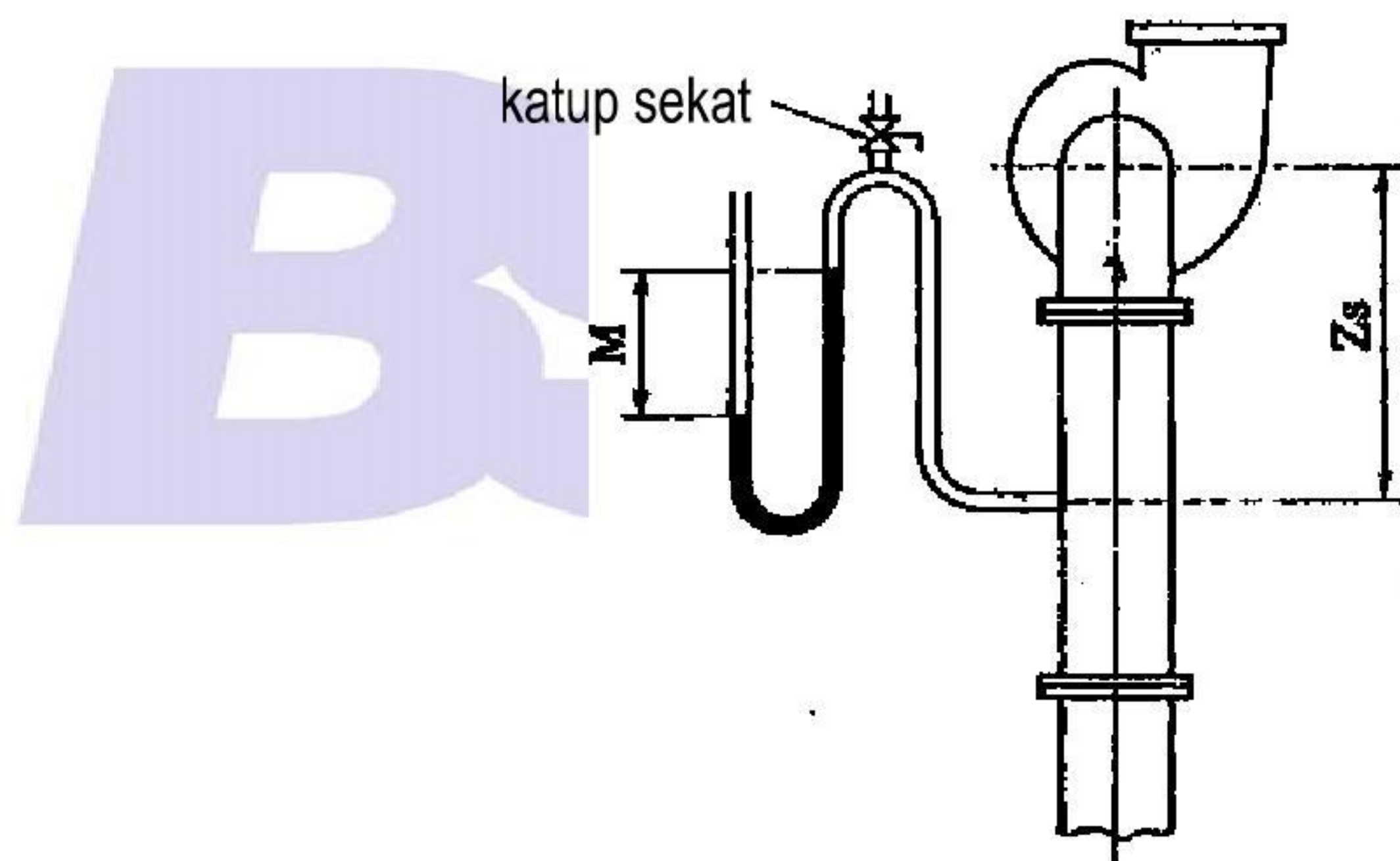
M = Hasil pengukuran pada tabung U air raksa (m)

Zs = Tinggi potensial (m) ; jarak tegak lurus dari lubang tap berada di bawah bidang referensi maka Zs akan berharga negatip.

γ = Berat jenis zat cair yang dipompa (kgf /l)

γ Hg = Berat jenis air raksa : 13,55 (kgf /l)

ρ = Rapat massa zat cair yang dipompa (kg/m^3)

ρ Hg = Rapat massa air raksa : 13,55 x 10^3 (kg/m$^{3)}$.

Gambar 15

– (d.4) Bila tinggi hisap tidak lebih kecil dari tekanan atmosfir, dan digunakan tabung Bourdon (periksa gambar 17).

$$hs = -\frac{10G}{\gamma} + Zs \qquad (13)$$

$$\left\{ hs = \frac{10^6 G}{\rho g} + Zs \right\}$$

Dimana:

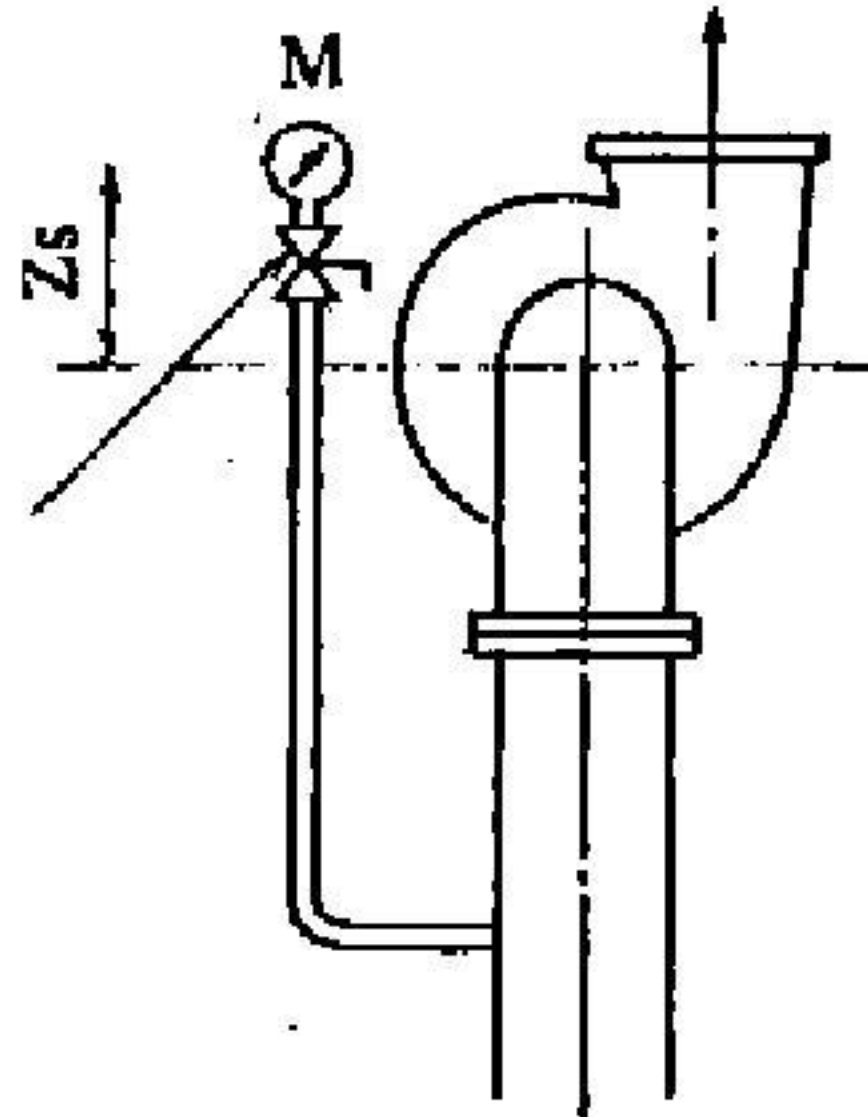
Hs = Tinggi hisap yang diukur dari bidang referensi (m)

M = Hasil pengukuran pada tabung bourdon (MPa)

Zs = Tinggi potensial (m) ; jarak tegak lurus dari lubang tap berada di bawah bidang referensi Bila alat ukur terletak dibawahreferensi maka Zs akan berharga negatip.

γ = Berat jenis zat cair yang dipompa (kgf /l)

ρ = Rapat massa zat cair yang dipompa (kg/m^3)

g = Percepatan gravitasi 9,81 (m/s^2)

Gambar 16

6.3.2 Pengukuran debit

Yang dimaksud dengan pengukuran debit disini adalah pengukuran volume bersih dari zat cair per satuan waktu yang melewati flensa tekan. Bila pada pengukuran terdapat sejumlah zat cair yang digunakan untuk kegunaan lain, dan zat cair tersebut berasal dari saluran hisap yang sama dengan zat cair yang diukur, maka volume zat cair tersebut dapat diperhitungkan sebagai debit atau dapat pula tidak, hal ini tergantung pada persetujuan. Lain dari pada itu zat cair yang bocor, zat cair yang digunakan sebagai pen-dingin bantalan-bantalan, zat cair yang digunakan untuk pengimbang panas pompa, dan zat cair yang dipergunakan sebagai perapat udara pada paking gelang (gland packings), tidak terhitung sebagai debit pompa.

Pengukuran debit dilakukan sesuai dengan $\frac{SNI.0140-87-A}{SNI.1007-84}$,Cara pengukuran debit air.

6.3.3 Pengukuran putaran

Putaran pompa diukur dengan menggunakan tachometer persisi. Ketelitian tachometer harus dapat mengukur dengan ketelitian sekurang-kurangnya 2 % dari setiap nilai pengukuran. Hasil Pengukuian adalah rata-rata nilai ukur yang diperoleh dari sejumlah pengukuran tertentu. Putaran pompa dinyatakan dalam jumlah putaran poros per menit.

6.3.4 Pengukuran daya pompa

Daya pompa diukur dengan menggunakan motor penggerak yang telahdi-ketahui karakteristiknya melalui suatu pengujian yang teliti dengan menggunakan dinamometer. Ketelitian dinamometer harus dapat mengukur dengan ketelitian sekurang-kurangnya 2 % dari setiap nilai pengukuran.

6.3.5 Efisiensi

Pada putaran dan tinggi total pompa tertentu efisiensi pompa dapat ditentukan menurut persamaan (14), dan nilai yang diijinkan adalah (6—0 ; 05/m) % lebih rendah dari efisiensi yang digunakan

$$\eta = \frac{Lw(*)}{L} x100$$ ……………………………………………………………………………………
…(14)

Dimana:
η = Efisiensi pompa
L = Daya poros (kW)

*)-Lw (Daya air) dapat dirumuskansbb :
$L_w = 0{,}163\gamma\rho H$
Keterangan :
$-L_w$ = Daya air (kw)

$$(L_w = \frac{1}{60x10^3} 3pg' H)$$

γ = Berat jenis zat cair (kgf/1)
Q = debit (m^3 /min)
H = Tinggi total
Dimana :
ρ = rapat massa (kg/ m^3)
g = gravitasi (m/ s^2)

6.3.6 Pengukuran kondisi hisap.

Kondisi hisap diuji pada debit yang disesuaikan dengan tinggi total pompa yang telah ditentukan. Pengamatan harus dilakukan pada saat terjadi penurunan tinggi total pompa, dan adanya suara-suara yang asing yang disebabkan oleh adanya kavitasi.

Keterangan :
Dalam keadaan khusus untuk menentukan nilai tinggi hisap positip bersih (hsv) dilakukan pada saat head pompa mengalami penurunan 3 % terhadap kondisi operasi normal pompa. Nilai yang diperoleh saat itu dihitung sebagai hsv pada debit itu.

6.3.7 Pemeriksaan kondisi operasi

Getaran-getaran dan suara-suara asing/tidak normal pada kondisi operasi harus diteliti (lihat grafik 2, 3 dan 4 pada lampiran). Pada waktu pengujian suhu pada bantalan-bantalan maksimum 85° C

6.3.8 Pengujian untuk kerja pompa dengan menggunakan model

Pengujian dengan cara membuat sebuah model pompa dari kondisi yang sebesarnya dapat dilakukan, bila :

Pabrik pembuat tidak memiliki daya yang cukup, sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan pengujian.

Tidak mungkin untuk dibuat di pabrik, misalnya instalasi yang terbuat dari beton dengan ukuran yang besar, dan atau sejenis itu, pelaksanaan uji untuk kerja model dapat dilaksanakan atas persetujuan bersama.

6.3.9 Cara konversi bila terdapat perbedaan putaran dan berat jenis.

6.3.9.1 Perbedaan putaran

Pada waktu pompa diuji diperoleh hasil pengukuran pompa yang tidak sesuai dengan nilai yang ditentukan, hasil pengukuran tersebut dapat di-rubah menjadi nilai yang ditentukan tersebut melalui beberapa persamaan sebagai berikut:

Debit pompa pada putaran yang telah ditentukan = Debit pompa pada uji

$$X = \left(\frac{n}{n_t}\right)$$

Tinggi total pompa pada putaran yang telah ditentukan = tinggi total pompa pada putara

$$X = \left(\frac{n}{n_t}\right)^2 \text{n}$$

Daya pompa pada putaran yang telah ditentukan = daya poros pada putaran uji

$$X = \left(\frac{n}{n_t}\right)^3$$

Tinggi hisap bersih positip (NSPH) pada putaran tertentu = tinggi hisap bersih positip pada putaran uji

$$X = \left(\frac{n}{n_t}\right)^2$$

di mana :
n = putaran pompa tertentu
nt = putaran uji.

CATATAN Bila pompa digerakkan oleh motor listrik, maka slip pada motor sangat tergantung pada besarnya beban, dalam hal ini konversi putaran pada beban bersangkutan terhadap debit merupakan pendekatan dari perkalian jumlah uji putaran pada beban tertentu, dengan jumlah putaran pada debit tertentu.

6.3.9.2 Perbedaan berat jenis

Bila terdapat perbedaan berat jenis, atau bila suhu lebih tinggi dari 40° C, terdapat zat cair yang dipakai untuk pengujian (misal: air bersih) maka perhitungan akan dikonversikan pada dasar yang telah ditentukan sebagai berikut:

- Debit untuk zat cair yang telah ditentukan (m^3/min) = Debit zat cair uji (m^3 /min). Tinggi total untuk zat cair yang telah ditentukan (m) tinggi total untuk zat cair uji (m).
- Tekanan untuk zat cair yang telah ditentukan (kgf/cm^2) = $\frac{\gamma'}{\gamma} x$ tekanan zat cair uji (kgf/cm^2).

'(Mpa) = $\frac{\gamma'}{\gamma} X$ (tekanan untuk zat cair uji) Mpa

- Daya poros untuk zat cair yang telah ditentukan (kW) = *y*- X (daya poros untuk zat cair uji) (kW)

  ($\frac{\rho'}{\rho} X$ (daya poros untuk zat cair uji) (kW)

  di mana :
  γ' = Berat Jenis zat cair yang dipompa (kgf /l)
  ρ = Massa Jenis zat cair yang ditentukan (kg/m^3)
  γ = Berat jenis zat cair yang dipompa (kgf/m^3)
  ρ' = Massa Jenis zat cair uji (kg/m^3)

6.3.10 Penyajian hasil uji

1. Hasil-hasil pengujian dituliskan pada formulir isian seperti contoh pada Lampiran A.

2. Uji tipe

   Kurva hasil pengujian tipe, "pompa", harus dibandingkan terhadap kurva model.

   Kurva model adalah kurva yang telah dibakukan oleh lembaga Peme-rintah yang berwenang untuk tiap jenis pompa (sentrifugal, aliran campur dan aksial).

   Sebagai contoh bentuk-bentuk kurva, masing-masing untuk pompa sentrifugal, aliran campur, dan aksial dapat dilihat pada lampiran B, C dan D. Kurva hasil uji tipe ini selanjutnya akan menjadi kurva model bagi hasil uji pabrik.

3. Uji pabrik.

   Kurva uji yang dihasilkan dari uji tipe merupakan kurva model minimal untuk unjuk kerja pompa hasil uji di pabrik.

7 Syarat lulus uji

7.1 Penyimpangan kurva hasil uji minimal harus mengikuti persyaratan pada

	Penyimpangan kurva hasil uji minimal
Debit	± 5%
Tinggi Total	± 5%
Daya	± 5%
Putaran	± 4%
Efisiensi	± 2%

7.2 Pompa minimal harus mengikuti persyaratan seperti pada

Debit (m^3 /min)	0,08	0,1	0,15	0,23	0,42	0,56	1,1
Efisiensi	29	34	38	42	47	52	57
	1,7	2,5	3,6	4,8	7,5	11,0	10,0
	62	67	69	70	71	72	73
	30	45	80	130	240	300	
	74	75	76	77	78	79	

7.3 Besarnya koefisien varian bagi debit, tinggi total, daya, putaran dan efisiensi, yang diperbolehkan harus sesuai dengan nilai yang ada pada Tabel 1.

8 Syarat penandaan

8.1 Tiap pompa harus diberi pelat nama dan arah putaran yang tidak dapat hilang.

8.2 Pada pelat nama harus tertera sekurang-kurangnya tanda-tanda berikut :

- Nama Pabrik Pembuat
- Tahun Pembuatan
- Nomor Serie.
- Tipe
- Ukuran Nominal Pompa
- Debit Nominal Pompa
- Debit Air dalam m^3 /menit dan tinggi total
- Jumlah putaran pompa per menit
- Daya motor penggerak

Lampiran A

Formulir pengujian		No.		Metode Uji	
Pemohon					
POMPA	Type	No. Seri		Surat Permohonan	Diameter masuk : .... „ keluar : ......
Penandaan pompa	Debet (Q C)	Putara (n)		Daya :	
	Tinggi total (HC)	Efisiensi (n C)		NPSH :	
AIR	Temperatur (t)			Viskositas	
	Berat jenis (ρ)			pH	
MOTOR PENGGERAK	PABRIK	Tanda uji			Tegangan Volt
	TIPE	DAYA		Putaran	Arus A

CARA UKUR		Debit	Tekanan inlet	Tekanan outlet	NPSH	Moment puntir	Daya	Putaran	Transmisi
	Cara uji								
	Konstante								

Kondisi Uji	Temperatur ruangan : ..... Temperatur air	Barometer	tinggi dari bidang referensi	inlet : .... outlet : ....

Hasil uji		Satuan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	x	n	c.v
DEBIT	Putaran																
	Waktu																
	Pembacaan																
Tinggi	Debit																
	Tinggi tekan																
	tinggi hisap																
	tekanan pengeluaran teoritis																
	„ hisap																
	$V^2 / 2g$																
	Perbedaan pada alat ukur																
	Tinggi total																
	$V^2/2g$																
	NPSH																
DAYA	DAYA air																
	Tegangan																
	Arus																
	Pembacaan Amperter 1																
	„ „ 2																
	Jumlah Watmeter 1 + 2																
	Daya Motor penggerak																
	Efisiensi Motor																
	Moment puntir motor																
	Efisiensi transmisi																
	Daya motor terpakai																
	Daya pompa																
	Efisiensi aggregates																
	Efisiensi pompa total																
	Debit Q																
	2 Tinggi total																
	m Daya																
	NPSH																

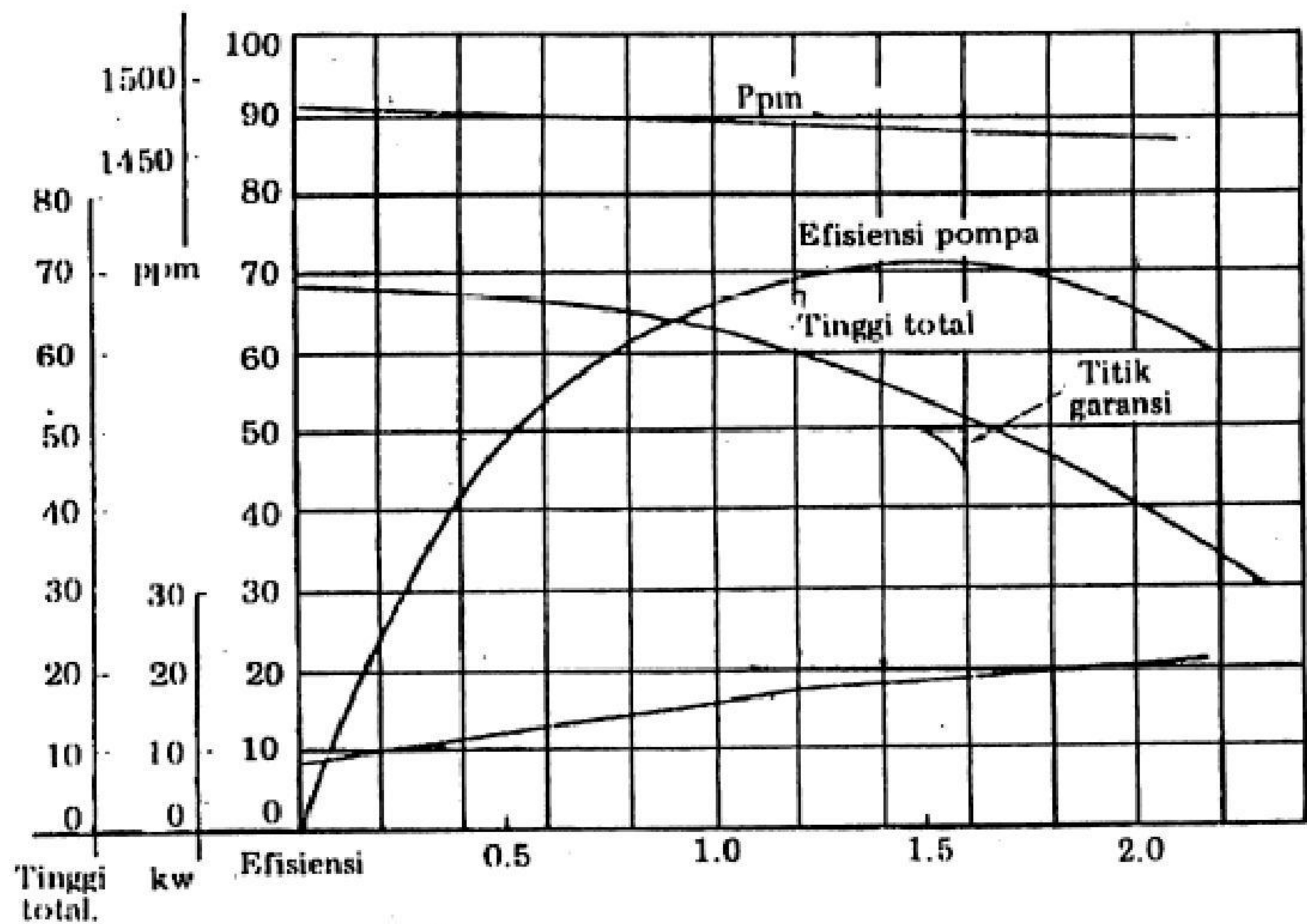
Keterangan		Tanggal	Penguji	Wakil dari	
				Pemohon	Pabrik

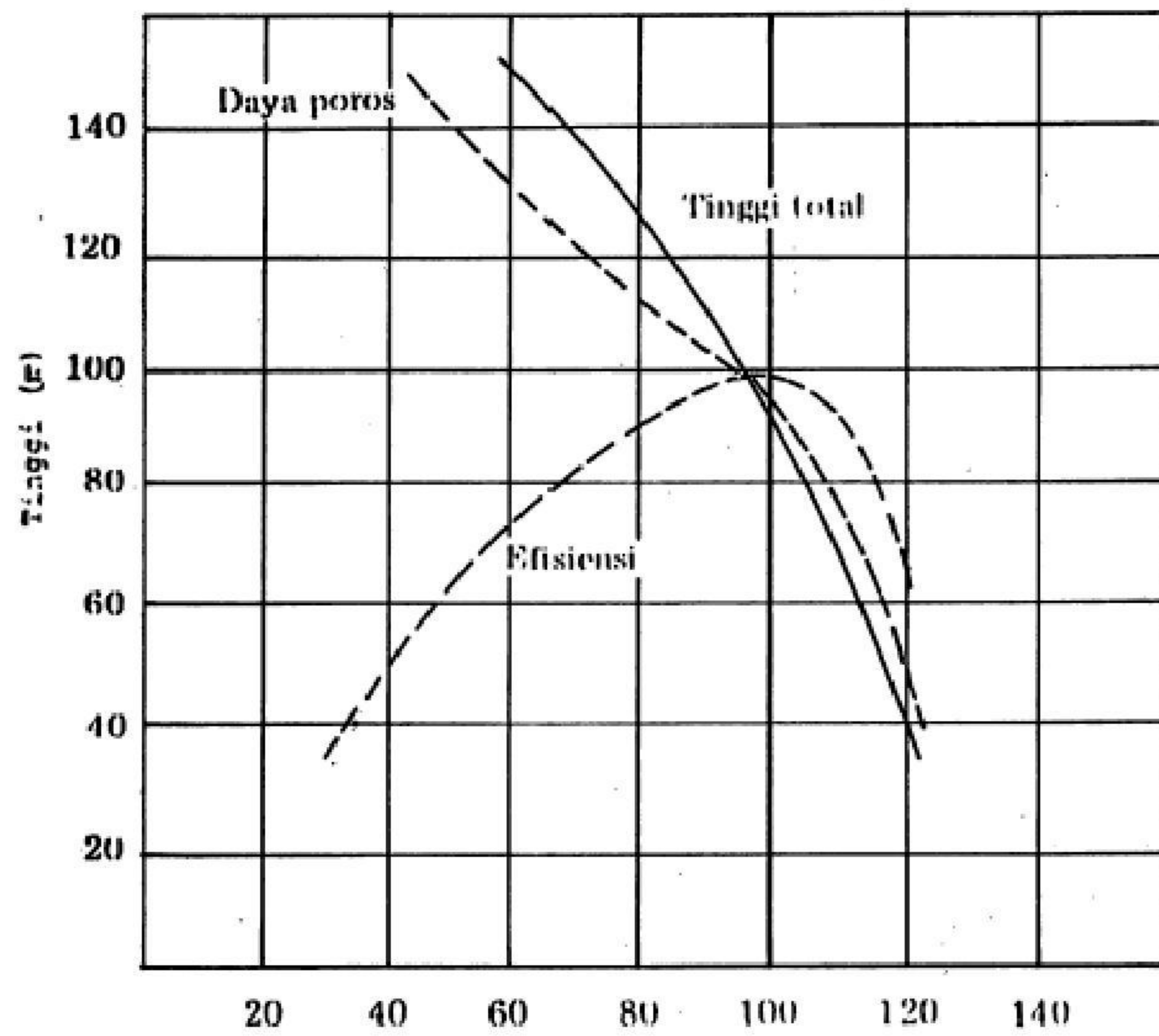
CATATAN Pembagian kelas pompa didasarkan atas per-hitungan Statistik dari koef. Variant unjuk kerja pompa, di mana kelas menunjukkan mutu unjuk kerja, yang semakin rendah penyimpangannya (koef varienten) semakin baik mutu pompa

$$2)\bar{x} = \sum^{n} xi$$

$$n = \frac{\frac{1}{n}}{\sqrt{\frac{\sum_{X^2 - x^2/n}}{n-1}}}$$

$$c.v = \frac{\tau n}{x} x100\% = koefisien\ \text{var}\, iant$$

Lampiran B

Gambar – Contoh unjuk kerja pompa sentrifugal

Lampiran C

Contoh unjuk kerja pompa aksial

Lampiran D

Contoh unjuk kerja pompa aksial